

# **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ ДИСБАЛАНСА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИЛ В МАГНИТНЫХ ПОДШИПНИКАХ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ**

*Вавилов В.Е., Охотников М.В., Дуракова В.С.  
Уфимский государственный авиационный технический университет  
S2\_88@mail.ru*

Применение в электромеханических преобразователях энергии (ЭМПЭ) магнитных подшипников МП, обозначает ряд задач, одной из которых является разработка автоматизированной системы контроля и управления положением ротора вращающегося в магнитных подшипниках.

При эксплуатации магнитных подшипников в ЭМПЭ механические силы (сила тяжести, центробежная сила) стремятся сместить ось ротора с напрессованным на нее внутренним подшипниковым кольцом относительно оси внешнего подшипникового кольца, тем самым возникает эксцентриситет. При смещении осей возникает неравномерность рабочего зазора МП и неуравновешенность электромагнитных сил в МП, которая вызывает неустойчивость подшипника и всей системы в целом. Неустойчивость системы приводит к аварийным ситуациям, в результате которых ежегодно выходят из строя до 10 % применяемых ЭМПЭ. Например, 60 % скважных электронасосных агрегатов ломаются чаще одного раза в году. Выход из строя ЭМПЭ приводит к значительному материальному ущербу, связанному с простоем технологических процессов, устранением последствий аварий и ремонтом вышедшего из строя ЭМПЭ. Помимо этого, работа в аварийных режимах ведет к повышенному энергопотреблению из сети, увеличению потребляемой реактивной мощности [1]. Также последствием эксцентриситета является снижение электробезопасности и пожаробезопасности, связанное с возможными короткими замыканиями, которые могут присутствовать в обмотке статора или ротора поврежденного ЭМПЭ.

С целью снижения величины статического эксцентриситета до минимального уровня (15 % при больших зазорах и 7 % при малых зазорах) в МП используются автоматизированные системы контроля и управления положением ротора (АСКиУПР), задачей которых является создание в рабочем зазоре МП силового усилия, уравнивающего дисбаланс электромагнитных сил в МП [2].

Таким образом, важно при проектировании АСКиУПР МП оценивать значение дисбаланса электромагнитных сил МП в зависимости от эксцентриситета.

На основе проведенного авторами математического моделирования дисбаланса электромагнитных сил МП разработано оригинальное программное обеспечение «GML01». Разработанное программное обеспечение позволяет численно оценивать значение дисбаланса электромагнитных сил МП в зависимости от геометрических, технологических и эксплуатационных параметров МП.

Алгоритм «GML01» реализован в программном коде с использованием объектно-ориентированного языка программирования *VisualBasic 6.0*.

Программа «GML01» обладает открытым кодом, изменением которого задаются основные параметры, необходимые для расчета, рис. 1.

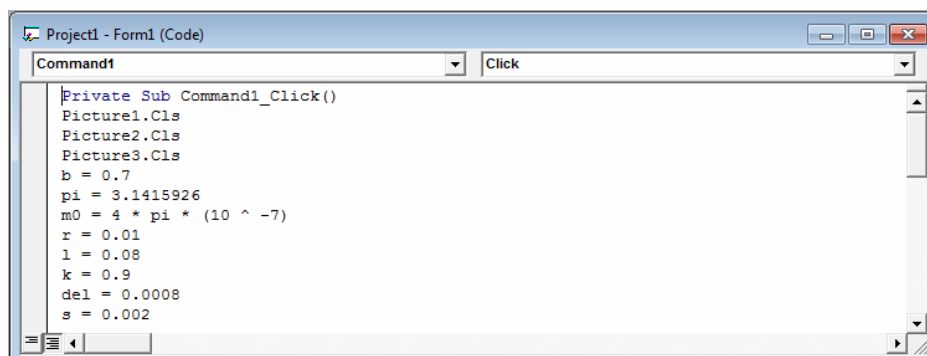


Рис. 1. Рабочая область программы «GML01»

Запуск основного алгоритма программы осуществляется нажатием на клавиатуре *F5*. При этом появляется диалоговое окно результатов, рис. 2.

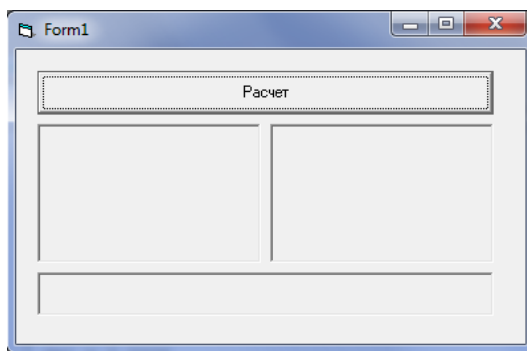


Рис. 2. Диалоговое окно результатов программы «GML01»

Нажатием кнопки «Расчет», в окне результатов выдаются численные результаты расчета.

Процесс расчета ведется двумя различными способами. В окне результатов выдаются значения для обоих способов и погрешность, рис. 3.

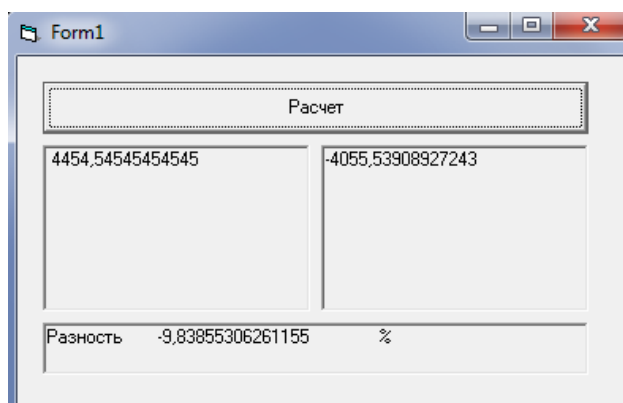


Рис. 3. Результаты расчета программы «GML01»

Таким образом, разработанное программное обеспечение позволяет численно оценивать значение дисбаланса электромагнитных сил МП в зависимости от эксцентриситета, что является определяющим фактором при проектировании автоматизированных систем контроля и управления положением ротора МП.

#### *Библиографический список*

1. Защита от аварийных режимов работы асинхронных электродвигателей [Электронный ресурс]: URL: <http://www.normalizator.com/manuals/articles/motor-protection>
2. Хайруллин И.Х., Вавилов В.Е., Пашали Д.Ю., Охотников М.В. Микропроцессорная автономная система управления узлами сверхвысокоскоростных магнитоэлектрических машин // Электроника, автоматика и измерительная техника: межвузовский сборник научных трудов с международным участием. Уфа: УГАТУ, 2011. 311 с.

### **ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКОСТЕЙ С ПЕРЕМЕННЫМИ РЕОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ В ТРУБОПРОВОДАХ**

*Васильева Н. А., Варфоломеева О. И., Хворенков Д. А., Попов Д. Н.  
Ижевский государственный технический университет  
tguug@istu.ru*

В связи с широким использованием в технологических процессах ряда отраслей промышленности псевдопластичных и вязкопластичных жидкостей, исследование их течений, сопряженных с тепломассопереносом представляют большой интерес. К таким отраслям относятся энергетика, металлургическая, химическая и пищевая промышленности, нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая отрасли, а также ряд других.

Определенные сложности выбора способа решения подобных задач возникают в связи с тем, что не удается получить аналитические решения даже для простых видов течений, а также существуют трудности и при их численном моделировании.

В данной работе рассматриваются возможные подходы к решению описанного класса задач на примере турбулентного неизотермического течения не-реологической жидкости в плоском канале.

Для анализа влияния реологических свойств на картину течения, выполнены следующие этапы:

1. решение дифференциальных уравнений пограничного слоя в частных производных для мазута марки М100 без учета его реологических свойств;
2. аналитический расчет поля скоростей в плоском канале при течении не-реологической жидкости;
3. анализ результатов.

Для реализации первого этапа исследования была разработана математическая модель, включающая систему нестационарных дифференциальных уравнений Навье-Стокса:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \nabla(V \otimes V) = -\frac{\nabla P}{\rho} + \frac{1}{\rho} \nabla((\mu + \mu_t)(\nabla V + (\nabla V)^T)) + S; \nabla V = 0,$$